

10/51065

PCT/JP03/13578

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

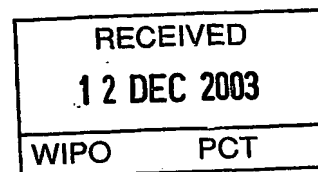
23.10.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2002年11月28日

出願番号
Application Number: 特願2002-344892
[ST. 10/C]: [JP2002-344892]



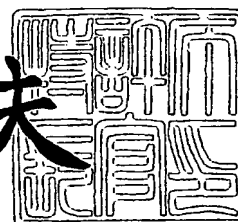
出願人
Applicant(s): 株式会社デンソー

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年11月28日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 P02079

【提出日】 平成14年11月28日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 F01L 1/34

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

【氏名】 漆畑 晴行

【特許出願人】

【識別番号】 000004260

【氏名又は名称】 株式会社デンソー

【代理人】

【識別番号】 100098420

【住所又は居所】 名古屋市中区金山一丁目9番19号 ミズノビル4階

【弁理士】

【氏名又は名称】 加古 宗男

【電話番号】 052-322-9771

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 036571

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9406789

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 内燃機関の可変バルブタイミング制御装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内燃機関のクランク軸に対するカム軸の回転位相（以下「カム軸位相」という）を変化させることで、該カム軸によって開閉駆動される吸気バルブ又は排気バルブのバルブタイミングを変化させる可変バルブタイミング装置を制御するものにおいて、

前記可変バルブタイミング装置は、前記カム軸と同心状に配置され且つ前記クランク軸の回転駆動力によって回転駆動される第 1 の回転部材と、前記カム軸と一体的に回転する第 2 の回転部材と、前記第 1 の回転部材の回転力を前記第 2 の回転部材に伝達し且つ前記第 1 の回転部材に対する前記第 2 の回転部材の回転位相を変化させる位相可変部材と、この位相可変部材の回転位相を制御するように前記カム軸と同心に配置されたモータとを備え、前記バルブタイミングを変化させないときは、前記モータの回転速度を前記カム軸の回転速度に一致させて、前記位相可変部材の旋回速度を前記カム軸の回転速度に一致させることで、前記第 1 の回転部材と前記第 2 の回転部材との回転位相の差を現状維持して、前記カム軸位相を現状維持し、前記バルブタイミングを変化させるときは、前記モータの回転速度を前記カム軸の回転速度に対して変化させて、前記位相可変部材の旋回速度を前記カム軸の回転速度に対して変化させることで、前記第 1 の回転部材と前記第 2 の回転部材との回転位相の差を変化させて前記カム軸位相を変化させるように構成し、

目標バルブタイミングと実バルブタイミングとの偏差に基づいて要求バルブタイミング変化速度を算出する要求バルブタイミング変化速度算出手段と、

前記要求バルブタイミング変化速度に基づいて前記モータと前記カム軸との要求回転速度差を算出する要求回転速度差算出手段と、

前記モータと前記カム軸との回転速度差を前記要求回転速度差に制御するようにモータ制御値を算出するモータ制御値算出手段と

を備えていることを特徴とする内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項 2】 前記モータ制御値算出手段は、前記カム軸の回転速度と前記

要求回転速度差とに基づいて要求モータ回転速度を算出し、前記モータの回転速度を前記要求モータ回転速度に制御するように前記モータ制御値を算出することを特徴とする請求項1に記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項3】 前記モータ制御値算出手段は、前記モータの回転速度を前記カム軸の回転速度と同じ基本モータ回転速度に制御するための基本制御値を算出すると共に、前記モータの回転速度を前記基本モータ回転速度に対して前記要求回転速度差だけ変化させるための変化制御値を算出し、前記基本制御値と前記変化制御値とに基づいて前記モータ制御値を算出することを特徴とする請求項1に記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項4】 前記モータ制御値算出手段は、目標バルブタイミングと実バルブタイミングとの偏差が所定値以下のときに、前記モータの回転速度を前記カム軸の回転速度と同じ回転速度に制御するように前記モータ制御値を算出することを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項5】 前記モータ制御値算出手段は、前記可変バルブタイミング装置内部の摩擦損失又はこれと相関関係にあるパラメータ、前記カム軸側の駆動損失又はこれと相関関係にあるパラメータ、前記モータの逆起電力又はこれと相関関係にあるパラメータのうちの少なくとも1つを用いて前記モータ制御値を算出することを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項6】 前記モータ制御値算出手段は、前記要求回転速度差に応じて前記可変バルブタイミング装置内部の摩擦損失又はこれと相関関係にあるパラメータを算出することを特徴とする請求項5に記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項7】 前記モータ制御値算出手段は、前記カム軸の回転速度と前記要求回転速度差とに基づいて算出した要求モータ回転速度に応じて前記モータの逆起電力又はこれと相関関係にあるパラメータを算出することを特徴とする請求項5又は6に記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項8】 前記モータ制御値算出手段は、前記モータの回転速度及び／

又はその増減状態に基づいて前記モータ制御値を補正することを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項 9】 前記モータ制御値算出手段は、前記モータへの供給電力をデューティ制御するためのデューティ値を前記モータ制御値として算出することを特徴とする請求項 8 に記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項 10】 前記バルブタイミングの変化速度、前記モータと前記カム軸との回転速度差、前記モータの回転速度のうちの少なくとも 1 つに対して制限値を設けるようにしたことを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれかに記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、内燃機関の吸気バルブ又は排気バルブのバルブタイミングを可変する内燃機関の可変バルブタイミング制御装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

近年、車両に搭載される内燃機関においては、出力向上、燃費節減、排気エミッション低減等を目的として、吸気バルブや排気バルブのバルブタイミングを可変する可変バルブタイミング装置を採用したものが増加しつつある。現在、実用化されている可変バルブタイミング装置は、油圧で位相可変機構を駆動してクランク軸に対するカム軸の回転位相を変化させることで、カム軸によって開閉駆動される吸気バルブや排気バルブのバルブタイミングを変化させるものが多い。しかし、この油圧駆動方式の可変バルブタイミング装置では、寒冷時やエンジン始動時に、油圧が不足したり、油圧制御の応答性が低下したりして、バルブタイミング制御精度が低下するという欠点がある。

【0003】

そこで、例えば、特許文献 1（特開平 6-213021 号公報）に記載されているように、モータの駆動力で位相可変機構を駆動してクランク軸に対するカム軸の回転位相を変化させてバルブタイミングを変化させるモータ駆動方式の可変

バルブタイミング装置が開発されている。

【0004】

【特許文献1】

特開平6-213021号公報（第5-6頁等）

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、上記従来のモータ駆動方式の可変バルブタイミング装置は、クランク軸によって回転駆動されるプーリと一体にモータ全体が回転する構成であるため、可変バルブタイミング装置の回転系の慣性重量が重くなって可変バルブタイミング装置の耐久性が低下するという欠点がある。しかも、回転するモータと外部の電気配線とを接続するためにブラシ等を用いた摺接式の接続構造にしなければならず、これも耐久性を低下させる原因となっている。更には、従来のモータ駆動方式の可変バルブタイミング装置は、全般的に構成が複雑で、高コストであるという欠点もある。

【0006】

本発明はこのような事情を考慮してなされたものであり、従ってその目的は、可変バルブタイミング装置の耐久性向上、低コスト化の要求を満たしながら、モータ駆動方式でバルブタイミングを制御することができ、バルブタイミング制御精度を向上させることができる内燃機関の可変バルブタイミング制御装置を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、請求項1に係る発明に用いる可変バルブタイミング装置は、カム軸と同心状に配置され且つクランク軸の回転駆動力によって回転駆動される第1の回転部材と、前記カム軸と一体的に回転する第2の回転部材と、前記第1の回転部材の回転力を前記第2の回転部材に伝達し且つ前記第1の回転部材に対する前記第2の回転部材の回転位相を変化させる位相可変部材と、この位相可変部材の回転位相を制御するようにを前記カム軸と同心に配置されたモータとを備え、バルブタイミングを変化させないときは、前記モータの回転速度

を前記カム軸の回転速度に一致させて、前記位相可変部材の旋回速度を前記カム軸の回転速度に一致させることで、前記第1の回転部材と前記第2の回転部材との回転位相の差を現状維持してカム軸位相を現状維持し、バルブタイミングを変化させるときは、前記モータの回転速度を前記カム軸の回転速度に対して変化させて、前記位相可変部材の旋回速度を前記カム軸の回転速度に対して変化させることで、前記第1の回転部材と前記第2の回転部材との回転位相の差を変化させてカム軸位相を変化させるように構成している。この構成では、モータ全体を回転させる必要がないため、可変バルブタイミング装置の回転系の慣性重量を軽量化することができると共に、モータと外部の電気配線とを固定的な接続手段によって直接接続することができ、総じて、可変バルブタイミング装置の耐久性を向上させることができる。しかも、可変バルブタイミング装置の構成が比較的簡単であり、低コスト化の要求も満たすことができる。

【0008】

更に、請求項1に係る発明では、目標バルブタイミングと実バルブタイミングとの偏差に基づいて要求バルブタイミング変化速度を算出して、この要求バルブタイミング変化速度に基づいてモータとカム軸との要求回転速度差を算出し、モータとカム軸との回転速度差を要求回転速度差に制御するようにモータ制御値を算出するようにしている。このようにすれば、モータとカム軸との回転速度差を要求回転速度差に一致させるようにモータの回転速度をフィードフォワード的に精度良く制御することができ、モータ駆動方式で実バルブタイミングを目標バルブタイミングに制御することができ、バルブタイミング制御精度を向上させることができる。

【0009】

この場合、モータとカム軸との回転速度差を要求回転速度差に制御するのに必要なモータ制御値を算出する具体的な方法としては、例えば、請求項2のように、カム軸の回転速度と要求回転速度差とに基づいて要求モータ回転速度を算出し、モータの回転速度を要求モータ回転速度に制御するようにモータ制御値を算出するようにしても良い。或は、請求項3のように、モータの回転速度をカム軸の回転速度と同じ基本モータ回転速度に制御するための基本制御値を算出すると共

に、モータの回転速度を基本モータ回転速度に対して要求回転速度差だけ変化させるための変化制御値を算出し、基本制御値と変化制御値とに基づいてモータ制御値を算出するようにしても良い。いずれの方法を用いても、モータとカム軸との回転速度差を要求回転速度差に制御するのに必要なモータ制御値を精度良く算出することができる。

【0010】

更に、請求項4のように、目標バルブタイミングと実バルブタイミングとの偏差が所定値以下のときには、モータの回転速度をカム軸の回転速度と同じ回転速度に制御するようにモータ制御値を算出するようにしても良い。このようにすれば、実バルブタイミングが目標バルブタイミング又はその近傍にあるときには、実バルブタイミングをそのまま安定保持することができる。

【0011】

ところで、モータの出力トルクは、可変バルブタイミング装置内部の摩擦損失やカム軸側の駆動損失による損失トルクとしても消費されるため、モータとカム軸との回転速度差を要求回転速度差に制御するのに必要なモータ制御値（印加電圧値、デューティ値等）は、可変バルブタイミング装置内部やカム軸側の駆動損失によって変化する。また、モータが回転するとモータに逆起電力が発生するため、モータとカム軸との回転速度差を要求回転速度差に制御するのに必要なモータ制御値は、モータの逆起電力によっても変化する。

【0012】

これらの事情を考慮して、請求項5のように、可変バルブタイミング装置内部の摩擦損失又はこれと相関関係にあるパラメータ、カム軸側の駆動損失又はこれと相関関係にあるパラメータ、モータの逆起電力又はこれと相関関係にあるパラメータのうちの少なくとも1つを用いてモータ制御値を算出するようにすると良い。このようにすれば、可変バルブタイミング装置内部やカム軸側の駆動損失の変化、モータの逆起電力の変化を考慮に入れてモータ制御値を算出することができるので、摩擦損失や逆起電力等の影響を受けずに、モータとカム軸との回転速度差を要求回転速度差に制御するのに必要なモータ制御値を精度良く算出することができる。

【0013】

本発明の可変バルブタイミング装置では、モータとカム軸との回転速度差に応じてバルブタイミング変化速度が変化するため、可変バルブタイミング装置内部の摩擦損失は、モータとカム軸との回転速度差に応じて変化する。従って、可変バルブタイミング装置内部の摩擦損失パラメータ（摩擦損失又はこれと相関関係にあるパラメータ）を用いる場合には、モータとカム軸との実回転速度差に応じて可変バルブタイミング装置内部の摩擦損失パラメータを算出するようにしても良いが、請求項6のように、モータとカム軸との要求回転速度差に応じて可変バルブタイミング装置内部の摩擦損失パラメータを算出するようにしても良い。このようにすれば、モータ制御値の算出に用いる可変バルブタイミング装置内部の摩擦損失パラメータをフィードフォワード的に算出することができて、モータ回転制御の応答性を向上させることができる。その結果、レーシング時（空吹かし時）のようにエンジン回転速度（カム軸の回転速度）が急変化する運転条件下でも、カム軸の回転速度変化に対してモータ回転速度を応答良く追従させることができ、バルブタイミング制御精度を確保することができる。

【0014】

また、モータの逆起電力は、モータの回転速度に応じて変化するため、モータの逆起電力パラメータ（逆起電力又はこれと相関関係にあるパラメータ）を用いる場合には、モータの実回転速度に応じてモータの逆起電力パラメータを算出するようにしても良いが、請求項7のように、カム軸の回転速度と要求回転速度差とに基づいて算出した要求モータ回転速度に応じてモータの逆起電力パラメータを算出するようにしても良い。このようにすれば、モータ制御値の算出に用いるモータの逆起電力パラメータをフィードフォワード的に算出することができて、請求項6と同様の効果を得ることができる。

【0015】

ところで、図12に示すように、モータの回転速度が変化すると、モータの逆起電力が変化して有効電圧（バッテリー電圧と逆起電力との差）が変化する。また、モータの増速時には、モータの回転速度が速くなるほど、有効電圧が減少し、反対に、モータの増速時には、モータの回転速度が速くなるほど、有効電圧が増

加する。

【0016】

そこで、請求項8のように、モータの回転速度及び／又その増減状態に基づいてモータ制御値を補正するようにしても良い。このようにすれば、モータの回転速度やその増減状態によって有効電圧が変化しても、それに対応してモータ制御値を補正することができ、有効電圧の変化の影響を受けずに、適正なモータ制御値を算出することができる。

【0017】

この請求項8に係る発明は、請求項9のように、モータへの供給電力をデューティ制御するためのデューティ値（通電率）をモータ制御値として算出するシステムに適用すると良い。デューティ制御では、供給電圧のデューティ値を調整することで、供給電圧のパルス幅を調整してモータへの供給電力を調整するが、デューティ値が同じでも、有効電圧（バッテリー電圧と逆起電力との差）が変化すると、供給電圧パルスの振幅が変化するため、その分、モータへの供給電力が変化する。従って、モータの回転速度やその増減状態に基づいてデューティ値を補正すれば、モータの回転速度やその増減状態によって有効電圧が変化して供給電圧パルスの振幅が変化するのに対応して、デューティ値を補正して供給電圧のパルス幅を補正することができ、供給電圧パルスの振幅変化による供給電力の変化分を供給電圧のパルス幅の補正によって補償することができる。

【0018】

また、請求項10のように、バルブタイミングの変化速度、モータとカム軸との回転速度差、モータの回転速度のうちの少なくとも1つに対して制限値を設けるようにしても良い。このようにすれば、バルブタイミングの変化速度、モータとカム軸との回転速度差、モータの回転速度を制限値で制限することができるので、可変バルブタイミング装置の保証限界を越えた作動による故障や損傷を未然に回避することができる。

【0019】

【発明の実施の形態】

《実施形態（1）》

以下、本発明を吸気バルブの可変バルブタイミング制御装置に適用した実施形態（１）を図１乃至図８に基づいて説明する。まず、図１に基づいてシステム全体の概略構成を説明する。内燃機関であるエンジン１１は、クランク軸１２からの動力がタイミングチェーン１３（又はタイミングベルト）により各スプロケット１４、１５を介して吸気側カム軸１６と排気側カム軸１７とに伝達されるようになっている。また、吸気側カム軸１６側には、モータ駆動式の可変バルブタイミング装置１８が設けられている。この可変バルブタイミング装置１８によってクランク軸１２に対する吸気側カム軸１６の回転位相（カム軸位相）を可変することで、吸気側カム軸１６によって開閉駆動される吸気バルブ（図示せず）のバルブタイミングを可変するようになっている。

【００２０】

また、吸気側カム軸１６の外周側には、所定のカム角毎にカム角信号を出力するカム角センサ１９が取り付けられている。一方、クランク軸１２の外周側には、所定のクランク角毎にクランク角信号を出力するクランク角センサ２０が取り付けられている。

【００２１】

次に、図２に基づいて可変バルブタイミング装置１８の概略構成を説明する。可変バルブタイミング装置１８の位相可変機構２１は、吸気側カム軸１６と同心状に配置された内歯付きのアウタギヤ２２（第１の回転部材）と、このアウタギヤ２２の内周側に同心状に配置された外歯付きのインナギヤ２３（第２の回転部材）と、これらアウタギヤ２２とインナギヤ２３との間に配置されて両者に噛み合う遊星ギヤ２４（位相可変部材）とから構成されている。アウタギヤ２２は、クランク軸１２と同期して回転するスプロケット１４と一体的に回転するように設けられ、インナギヤ２３は、吸気側カム軸１６と一体的に回転するように設けられている。また、遊星ギヤ２４は、アウタギヤ２２とインナギヤ２３に噛み合った状態でインナギヤ２３の回りを円軌道を描くように旋回することで、アウタギヤ２２の回転力をインナギヤ２３に伝達する役割を果たすと共に、インナギヤ２３の回転速度（吸気側カム軸１６の回転速度）に対する遊星ギヤ２４の旋回速度（公転速度）を変化させることで、アウタギヤ２２に対するインナギヤ２３の

回転位相（カム軸位相）を調整するようになっている。

【0022】

一方、エンジン 11 には、遊星ギヤ 24 の旋回速度を可変するためのモータ 26 が設けられている。このモータ 26 の回転軸 27 は、吸気側カム軸 16、アウトギヤ 22 及びインナギヤ 23 と同軸上に配置され、このモータ 26 の回転軸 27 と遊星ギヤ 24 の支持軸 25 とが、径方向に延びる連結部材 28 を介して連結されている。これにより、モータ 26 の回転に伴って、遊星ギヤ 24 が支持軸 25 を中心に回転（自転）しながらインナギヤ 23 の外周の円軌道を旋回（公転）できるようになっている。また、モータ 26 には、モータ 26 の回転速度 RM （回転軸 27 の回転速度）を検出するモータ回転速度センサ 29（図 1 参照）が取り付けられている。

【0023】

この可変バルブタイミング装置 18 は、モータ 26 の回転速度 RM を吸気側カム軸 16 の回転速度 RC に一致させて、遊星ギヤ 24 の公転速度をインナギヤ 23 の回転速度（アウトギヤ 22 の回転速度）に一致させると、アウトギヤ 22 とインナギヤ 23 との回転位相の差が現状維持されて、バルブタイミング（カム軸位相）が現状維持されるようになっている。

【0024】

そして、吸気バルブのバルブタイミングを進角する場合には、モータ 26 の回転速度 RM を吸気側カム軸 16 の回転速度 RC よりも速くして、遊星ギヤ 24 の公転速度をインナギヤ 23 の回転速度よりも速くする。これにより、アウトギヤ 22 に対するインナギヤ 23 の回転位相が進角されて、バルブタイミング（カム軸位相）が進角される。

【0025】

一方、吸気バルブのバルブタイミングを遅角する場合には、モータ 26 の回転速度 RM を吸気側カム軸 16 の回転速度 RC よりも遅くして、遊星ギヤ 24 の公転速度をインナギヤ 23 の回転速度よりも遅くする。これにより、アウトギヤ 22 に対するインナギヤ 23 の回転位相が遅角されて、バルブタイミングが遅角される。

【0026】

前述した各種センサの出力は、エンジン制御回路（以下「ECU」と表記する）30に入力される。このECU30は、マイクロコンピュータを主体として構成され、そのROM（記憶媒体）に記憶された各種のエンジン制御プログラムを実行することで、エンジン運転状態に応じて燃料噴射弁（図示せず）の燃料噴射量や点火プラグ（図示せず）の点火時期を制御する。

【0027】

また、ECU30は、後述する図3に示す可変バルブタイミング制御プログラム及び図4に示すモータ制御値算出プログラムを実行することで、吸気バルブの目標バルブタイミング V_{Ttg} と実バルブタイミング V_T との偏差 D を小さくするように要求バルブタイミング変化速度 V_{req} を算出して、この要求バルブタイミング変化速度 V_{req} に基づいてモータ26とカム軸16の要求回転速度差 DMC_{req} を算出し、モータ26とカム軸16との回転速度差 DMC を要求回転速度差 DMC_{req} に制御するようにモータ制御値（例えばモータ印加電圧値）を算出する。これにより、モータ26とカム軸16との回転速度差 DMC を要求回転速度差 DMC_{req} に制御するようにモータ26の回転を制御して、吸気バルブの実バルブタイミング V_T を目標バルブタイミング V_{Ttg} に制御する。以下、これら各プログラムの具体的な処理内容を説明する。

【0028】

図3に示す可変バルブタイミング制御プログラムは、例えば、イグニッションスイッチ（図示せず）のオン後に所定周期で実行される。本プログラムが起動されると、まず、ステップ101で、エンジン運転状態等に基づいて目標バルブタイミング V_{Ttg} を算出した後、ステップ102に進み、クランク角センサ20から出力されるクランク角信号とカム角センサ19から出力されるカム角信号とに基づいて実バルブタイミング V_T を算出する。

【0029】

尚、カム角信号が出力される毎に、クランク角信号とカム角信号とに基づいてカム角信号出力時の実バルブタイミング V_{TC} を算出すると共に、所定の演算周期でモータ回転速度 RM とカム軸回転速度 RC との差に基づいて演算周期当たり

のバルブタイミング変化量を算出して、カム角信号出力後の演算周期当たりのバルブタイミング変化量を算出することで、カム角信号出力後のバルブタイミング変化量 ΔVT を求め、カム角信号出力時の実バルブタイミング VT_C にカム角信号出力後のバルブタイミング変化量 ΔVT を加算して最終的な実バルブタイミング VT を求めるようにしても良い。

【0030】

実バルブタイミング VT の算出後、ステップ103に進み、目標バルブタイミング VT_{tg} と実バルブタイミング VT との偏差 D を算出し、次のステップ104で、この偏差 D を小さくするように該偏差 D に応じてマップ等により要求バルブタイミング変化速度 V_{req} を算出する。この要求バルブタイミング変化速度 V_{req} は、例えば、バルブタイミングの変化方向が進角側のときにプラス値、遅角側のときにマイナス値になる。このステップ104の処理が特許請求の範囲でいう要求バルブタイミング変化速度算出手段としての役割を果たす。

【0031】

この後、ステップ105に進み、バルブタイミング変化速度に対して制限速度 V_s が設定されているか否かを判定する。この制限速度 V_s は、例えば、位相可変機構21の可動範囲を制限するための可動部がストッパ部に衝突してもギヤ機構（ギヤ22～24）の噛み込みや損傷が発生しない比較的遅いバルブタイミング変化速度であり、①実バルブタイミング VT が最遅角位置付近や最進角位置付近に設定された速度制限領域内にあるとき、②バルブタイミングの基準位置学習が完了していないとき、③基準位置学習の異常有り（基準位置の誤学習）と判定されたとき等に、制限速度 V_s が設定される。

【0032】

このステップ105で、制限速度 V_s が設定されていると判定された場合には、ステップ106に進み、要求バルブタイミング変化速度 V_{req} の絶対値が制限速度 V_s よりも大きいか否かを判定する。その結果、要求バルブタイミング変化速度 V_{req} の絶対値が制限速度 V_s よりも大きいと判定された場合には、ステップ107に進み、要求バルブタイミング変化速度 V_{req} の絶対値を制限速度 V_s でガード処理した後、ステップ108に進む。

【0 0 3 3】

一方、上記ステップ1 0 5で、制限速度 V_s が設定されていないと判定された場合、又は、上記ステップ1 0 6で、要求バルブタイミング変化速度 V_{req} の絶対値が制限速度 V_s 以下であると判定された場合には、目標バルブタイミング V_{Ttg} と実バルブタイミング V_T との偏差 D に応じて算出した要求バルブタイミング変化速度 V_{req} をそのまま採用して、ステップ1 0 8に進む。

【0 0 3 4】

このステップ1 0 8で、要求バルブタイミング変化速度 V_{req} [$^{\circ}A/s$] を用いて、次式によりモータ2 6 とカム軸1 6 の要求回転速度差 DMC_{req} [rpm] を算出する。

$$DMC_{req} = V_{req} \times 60 \times G / 720^{\circ}A$$

【0 0 3 5】

ここで、 G は位相可変機構2 1の減速比であり、カム軸1 6に対するモータ2 6の相対回転量とバルブタイミング変化量（カム軸位相の変化量）との比である。このステップ1 0 8の処理が特許請求の範囲でいう要求回転速度差算出手段としての役割を果たす。

【0 0 3 6】

要求回転速度差 DMC_{req} の算出後、ステップ1 0 9に進み、図4に示すモータ制御値算出プログラムを実行してモータ制御値を算出する。この図4のモータ制御値算出プログラムは、特許請求の範囲でいうモータ制御値算出手段としての役割を果たす。本プログラムが起動されると、まず、ステップ2 0 1で、目標バルブタイミング V_{Ttg} と実バルブタイミング V_T との偏差 D が所定値以下であるか否かを判定し、この偏差 D が所定値以下であれば、ステップ2 0 2に進み、要求モータ回転速度 RM_{req} をカム軸回転速度 RC に設定する。

$$RM_{req} = RC$$

【0 0 3 7】

一方、上記ステップ2 0 1で、目標バルブタイミング V_{Ttg} と実バルブタイミング V_T との偏差 D が所定値よりも大きいと判定された場合には、ステップ2 0 3に進み、要求モータ回転速度 RM_{req} を、カム軸回転速度 RC に要求回転速度

差DMCreq を加算した値に設定する。

$$RMreq = RC + DMCreq$$

【0038】

以上のようにしてステップ202又は203で要求モータ回転速度RMreq を設定した後、ステップ204に進み、図5に示す要求トルクTAreq のマップ又は数式を用いて、要求モータ回転速度RMreq とカム軸回転速度RCとの差に応じた要求トルクTAreq を算出する。この要求トルクTAreq は、遊星ギヤ24を要求モータ回転速度RMreq で公転させるのに必要な正味のトルク（可変バルブタイミング装置18内部の損失トルクやカム軸16側の損失トルクを含まないトルク）である。図5に示す要求トルクTAreq のマップは、要求モータ回転速度RMreq とカム軸回転速度RCとの差に対する要求トルクTAreq の変化特性に基づいて設定されている。

【0039】

この後、ステップ205に進み、図6に示すカム軸16側の損失トルクTBのマップ又は数式を用いて、カム軸回転速度RCに応じたカム軸16側の損失トルクTBを算出する。このカム軸16側の損失トルクTBは、カム軸16側の駆動損失によって消費されるトルクである。図6に示すカム軸16側の損失トルクTBのマップは、カム軸回転速度RCに対するカム軸16側の損失トルクTBの変化特性に基づいて設定されている。

【0040】

そして、次のステップ206で、図7に示す可変バルブタイミング装置18内部の損失トルクTCのマップ又は数式を用いて、モータ26とカム軸16の回転速度差DMC（モータ回転速度RMとカム軸回転速度RCとの差）に応じた可変バルブタイミング装置18内部の損失トルクTCを算出する。この可変バルブタイミング装置18内部の損失トルクTCは、可変バルブタイミング装置18内部の摩擦損失によって消費されるトルクである。図7に示す可変バルブタイミング装置18内部の損失トルクTCのマップは、モータ26とカム軸16の回転速度差DMCに対する可変バルブタイミング装置18内部の損失トルクTCの変化特性に基づいて設定されている。

【0041】

この後、ステップ207に進み、要求トルク T_{Areq} にカム軸16側の損失トルク T_B と可変バルブタイミング装置18内部の損失トルク T_C とを加算して、モータ回転速度 R_M を要求モータ回転速度 R_{Mreq} に制御するのに必要な要求モータトルク T_{Mreq} を求める。

$$T_{Mreq} = T_{Areq} + T_B + T_C$$

【0042】

この後、ステップ208に進み、要求モータトルク T_{Mreq} をマップ等により要求モータ電圧 V_D に換算した後、ステップ209に進み、図8に示すモータ26の逆起電力 E のマップ又は数式を用いて、モータ回転速度 R_M に応じたモータ26の逆起電力 E を算出する。図8に示すモータ26の逆起電力 E のマップは、モータ回転速度 R_M に対するモータ26の逆起電力 E の変化特性に基づいて設定されている。

【0043】

そして、次のステップ210で、要求モータ電圧 V_D に逆起電力 E を加算して、モータ回転速度 R_M を要求モータ回転速度 R_{Mreq} に制御するのに必要なモータ印加電圧 V_M を求める。

$$V_M = V_D + E$$

【0044】

以上の処理により、目標バルブタイミング V_{Ttg} と実バルブタイミング V_T との偏差 D が所定値よりも大きくなったときには、要求モータ回転速度 R_{Mreq} をカム軸回転速度 R_C に要求回転速度差 DMC_{req} を加算した値に設定して、モータ回転速度 R_M を要求モータ回転速度 R_{Mreq} (=カム軸回転速度 R_C + 要求回転速度差 DMC_{req}) に制御するのに必要なモータ印加電圧 V_M を算出する。これにより、モータ26とカム軸16との回転速度差 DMC を要求回転速度差 DMC_{req} に一致させるようにモータ26の回転速度をフィードフォワード的に制御して、実バルブタイミング V_T を目標バルブタイミング V_{Ttg} の方向へ応答良く変化させる。

【0045】

そして、目標バルブタイミング $V T_{tg}$ と実バルブタイミング $V T$ との偏差 D が所定値以下になった時点で、要求モータ回転速度 $R M_{req}$ をカム軸回転速度 $R C$ に設定して、モータ回転速度 $R M$ を要求モータ回転速度 $R M_{req}$ (=カム軸回転速度 $R C$) に制御するのに必要なモータ印加電圧 $V M$ を算出する。これにより、モータ 26 とカム軸 16 との回転速度差 $D M C$ を 0 にするようにモータ 26 の回転を制御して、実バルブタイミング $V T$ を目標バルブタイミング $V T_{tg}$ 又はその近傍に安定保持する。このようにすれば、モータ駆動方式で実バルブタイミングを目標バルブタイミングに精度良く制御することができ、バルブタイミング制御精度を向上させることができる。

【0046】

また、本実施形態 (1) の可変バルブタイミング装置 18 は、カム軸 16 と同心状に配置され且つクランク軸 12 の回転駆動力によって回転駆動されるアウトギヤ 22 と、カム軸 16 と一体的に回転するインナギヤ 23 と、アウトギヤ 22 の回転力をインナギヤ 23 に伝達し且つ両ギヤ 22, 23 間の相対的な回転位相を変化させる遊星ギヤ 24 と、この遊星ギヤ 24 をカム軸 16 と同心の円軌道に沿って旋回させるモータ 26 とを備えた構成としているので、モータ 26 全体を回転させる必要がなく、可変バルブタイミング装置 18 の回転系の慣性重量を軽量化することができると共に、モータ 26 と外部の電気配線とを固定的な接続手段によって直接接続することができ、総じて、可変バルブタイミング装置 18 の耐久性を向上させることができる。しかも、可変バルブタイミング装置 18 の構成が比較的簡単であり、低コスト化の要求も満たすことができる。

【0047】

ところで、モータ 26 の出力トルクは、可変バルブタイミング装置 18 内部の摩擦損失やカム軸 16 側の駆動損失による損失トルクとしても消費されるため、モータ 26 とカム軸 16 の回転速度差 $D M C$ を要求回転速度差 $D M C_{req}$ に制御するのに必要なモータ制御値 (例えばモータ印加電圧) は、可変バルブタイミング装置 18 内部やカム軸 16 側の駆動損失によって変化する。また、モータ 26 が回転するとモータ 26 に逆起電力が発生するため、モータ 26 とカム軸 16 の回転速度差 $D M C$ を要求回転速度差 $D M C_{req}$ に制御するのに必要なモータ制御

値は、モータ 26 の逆起電力によっても変化する。

【0048】

これらの事情を考慮して、本実施形態(1)では、可変バルブタイミング装置 18 内部の摩擦損失によって消費される損失トルク T_C と、カム軸 16 側の駆動損失によって消費される損失トルク T_B と、モータ 26 の逆起電力 E とを用いてモータ制御値を算出するようにしたので、可変バルブタイミング装置 18 内部やカム軸 16 側の駆動損失の変化、モータ 26 の逆起電力の変化を考慮に入れてモータ制御値を算出することができ、摩擦損失や逆起電力等の影響を受けずに、モータ 26 とカム軸 16 の回転速度差 DMC を要求回転速度差 DMC_{req} に制御するのに必要なモータ制御値を精度良く算出することができる。

【0049】

また、本実施形態(1)では、要求バルブタイミング変化速度 V_{req} を制限速度 V_s で制限するようにしたので、可変バルブタイミング装置 18 の急作動による故障や損傷を未然に回避することができる。

【0050】

《実施形態(2)》

本発明の実施形態(2)で実行する図 9 に示すモータ制御値算出プログラムは、前記実施形態(1)で説明した図 4 のステップ 206 とステップ 209 の処理を、それぞれステップ 206 a とステップ 209 a の処理に変更したものであり、これ以外のステップの処理は図 4 と同じである。

【0051】

前記実施形態(1)では、図 4 のステップ 206 で、モータ 26 とカム軸 16 の回転速度差 DMC (モータ回転速度 R_M とカム軸回転速度 R_C との差) に応じて可変バルブタイミング装置 18 内部の損失トルク T_C を算出し、ステップ 209 で、モータ回転速度 R_M に応じてモータ 26 の逆起電力 E を算出するようにしたが、本実施形態(2)では、図 9 のステップ 206 a で、モータ 26 とカム軸 16 の要求回転速度差 DMC_{req} (要求モータ回転速度 R_{Mreq} とカム軸回転速度 R_C との差) に応じて可変バルブタイミング装置 18 内部の損失トルク T_C を算出し、ステップ 209 a で、要求モータ回転速度 R_{Mreq} に応じてモータ 26

の逆起電力 E を算出するようにしている。

【0052】

このようにすれば、モータ制御値の算出に用いる可変バルブタイミング装置 18 内部の損失トルク TC とモータ 26 の逆起電力 E をフィードフォワード的に算出することができるので、モータ回転制御の応答性を向上させることができる。これにより、レーシング時（空吹かし時）のようにエンジン回転速度（カム軸回転速度 RC ）が急変化する運転条件下でも、カム軸回転速度 RC の変化に対してモータ回転速度 RM を応答良く追従させることができ、バルブタイミング制御精度を確保することができる。

【0053】

《実施形態（3）》

次に、図 10 乃至図 12 を用いて本発明の実施形態（3）を説明する。

図 12 に示すように、モータ回転速度 RM が変化すると、モータ 26 の逆起電力が変化して有効電圧（バッテリー電圧と逆起電力との差）が変化する。また、モータ回転速度 RM の増速時と減速時とでは、有効電圧が異なる。

【0054】

本実施形態（3）では、図 10 に示すモータ制御値算出プログラムを実行することで、モータ 26 への供給電力をデューティ制御するためのデューティ値をモータ制御値として算出する。このデューティ制御では、供給電圧のデューティ値（通電率）を調整することで、供給電圧のパルス幅を調整してモータ 26 への供給電力を調整するが、デューティ値が同じでも、有効電圧（バッテリー電圧と逆起電力との差）が変化すると、供給電圧パルスの振幅が変化するため、その分、モータ 26 への供給電力が変化する。

【0055】

そこで、本実施形態（3）では、図 10 に示すモータ制御値算出プログラムを実行することで、モータ回転速度 RM 及びその増減状態に基づいてデューティ値を補正して、モータ回転速度 RM やその増減状態によって有効電圧が変化するのに対応してデューティ値を補正するようにしている。

【0056】

図10に示すモータ制御値算出プログラムは、前記実施形態(1)で説明した図4のステップ208~210の処理を、ステップ208b~210bの処理に変更したものであり、これ以外のステップの処理は図4と同じである。

【0057】

本プログラムでは、ステップ207で、モータ回転速度RMを要求モータ回転速度RMreqに制御するのに必要な要求モータトルクTMreqを算出した後、ステップ208bに進み、要求モータトルクTMreqをマップ等により要求デューティ値DDutyに換算する。

【0058】

この後、ステップ209bに進み、図11(a)及び(b)に示すモータ増速時及びモータ減速時の有効電圧補正係数Kのマップ又は数式を用いて、モータ回転速度RM及びその増減状態に応じた有効電圧補正係数Kを算出する。

【0059】

図12に示すように、モータ増速時には、モータ回転速度RMが速くなるほど有効電圧(バッテリー電圧と逆起電力との差)が小さくなり、モータ減速時には、モータ回転速度RMが遅くなるほど有効電圧が小さくなるため、図11(a)に示すモータ増速時の有効電圧補正係数Kのマップは、モータ回転速度RMが速くなるほど有効電圧補正係数Kを大きくして最終デューティ値Dutyを大きくするように設定され、図11(b)に示すモータ減速時の有効電圧補正係数Kのマップは、モータ回転速度RMが遅くなるほど有効電圧補正係数Kを大きくして最終デューティ値Dutyを大きくするように設定されている。

【0060】

有効電圧補正係数Kの算出後、ステップ210bに進み、次式により要求デューティ値DDutyを有効電圧補正係数Kで補正して、モータ回転速度RMを要求モータ回転速度RMreqに制御するのに必要な最終デューティ値Dutyを求める。

$$Duty = DDuty \times K$$

【0061】

以上説明した本実施形態(3)では、モータ回転速度RM及びその増減状態に

応じてデューティ値を補正するようにしたので、モータ回転速度 R_M やその増減状態によって有効電圧が変化して供給電圧パルスの振幅が変化するのに対応して、デューティ値を補正して供給電圧のパルス幅を補正することができ、供給電圧パルスの振幅変化による供給電力の変化分を供給電圧のパルス幅の補正で補うことができる。これにより、モータ回転速度 R_M やその増減状態によって変化する有効電圧の影響を受けない安定したモータ回転制御を行うことができる。

【0062】

《実施形態（4）》

前記実施形態（1）では、カム軸回転速度 R_C に要求回転速度差 DMC_{req} を加算して要求モータ回転速度 R_{Mreq} を求め、モータ回転速度 R_M を要求モータ回転速度 R_{Mreq} に制御するようにモータ制御値を算出するようにしたが、図13に示す本発明の実施形態（4）では、モータ回転速度 R_M をカム軸回転速度 R_C と同じ基本モータ回転速度 R_{Mbase} に制御するための基本制御値を算出すると共に、モータ回転速度 R_M を基本モータ回転速度 R_{Mbase} に対して要求回転速度差 DMC_{req} だけ変化させるための変化制御値を算出し、基本制御値と変化制御値とに基づいてモータ制御値を算出するようにしている。

【0063】

本実施形態（4）で実行する図13のモータ制御値算出プログラムでは、まずステップ301で、目標バルブタイミング V_{Ttg} と実バルブタイミング V_T との偏差 D が所定値以下であるか否かを判定し、この偏差 D が所定値以下であれば、ステップ302に進み、後述する要求トルク T_{Areq} 、損失トルク変化量 ΔT_B 、損失トルク T_C 、逆起電力変化量 ΔE を全て「0」にリセットした後、ステップ307に進む。

【0064】

一方、ステップ301で、目標バルブタイミング V_{Ttg} と実バルブタイミング V_T との偏差 D が所定値よりも大きいと判定された場合には、ステップ303に進み、図5に示す要求トルク T_{Areq} のマップ又は数式を用いて、要求回転速度差 DMC_{req} （要求モータ回転速度 R_{Mreq} とカム軸回転速度 R_C との差）に応じた要求トルク T_{Areq} を算出した後、ステップ304に進み、過渡時（カム軸

回転速度 R_C の変化時) であれば、図 6 に示すカム軸 16 側の損失トルク T_B のマップ又は数式を用いて、カム軸回転速度変化量 ΔR_C に応じたカム軸 16 側の損失トルク変化量 ΔT_B を算出する。

【0065】

この後、ステップ 305 に進み、図 7 に示す可変バルブタイミング装置 18 内部の損失トルク T_C のマップ又は数式を用いて、モータ 26 とカム軸 16 の回転速度差 DMC (モータ回転速度 R_M とカム軸回転速度 R_C との差 DMC) に応じた可変バルブタイミング装置 18 内部の損失トルク T_C を算出した後、ステップ 306 に進み、図 8 に示すモータ 26 の逆起電力 E のマップ又は数式を用いて、モータ回転速度変化量 ΔR_M (モータ回転速度 R_M - 基本モータ回転速度 R_{Mbase}) に応じたモータ 26 の逆起電力変化量 ΔE を算出する。

【0066】

これら要求トルク T_{Areq} 、カム軸 16 側の損失トルク変化量 ΔT_B 、可変バルブタイミング装置 18 内部の損失トルク T_C 、モータ 26 の逆起電力変化量 ΔE が、モータ回転速度 R_M を基本モータ回転速度 R_{Mbase} (=カム軸回転速度 R_C) に対して要求回転速度差 DMC_{req} だけ変化させるための変化制御値に相当する。

【0067】

この後、ステップ 307 に進み、図 6 に示すカム軸 16 側の損失トルク T_B のマップ又は数式を用いて、カム軸回転速度 R_C に応じたカム軸 16 側の損失トルク T_B を算出した後、ステップ 308 に進み、図 8 に示すモータ 26 の逆起電力 E のマップ又は数式を用いて、基本モータ回転速度 R_{Mbase} (=カム軸回転速度 R_C) に応じたモータ 26 の基本逆起電力 E_{base} を算出する。

【0068】

これらカム軸 16 側の損失トルク T_B とモータ 26 の基本逆起電力 E_{base} が、モータ回転速度 R_M を基本モータ回転速度 R_{Mbase} (=カム軸回転速度 R_C) に制御するための基本制御値に相当する。

【0069】

そして、次のステップ 309 で、要求トルク T_{Areq} にカム軸 16 側の損失ト

ルクTBと損失トルク変化量 ΔTB と可変バルブタイミング装置18内部の損失トルクTCとを加算して、モータ回転速度RMを要求モータ回転速度RMreqに制御するのに必要な要求モータトルクTMreqを求める。

$$TMreq = TAreq + TB + \Delta TB + TC$$

【0070】

この後、ステップ310に進み、要求モータトルクTMreqをマップ等により要求モータ電圧VDに換算した後、ステップ311に進み、要求モータ電圧VDに基本逆起電力Ebaseと逆起電力変化量 ΔE とを加算して、モータ回転速度RMを要求モータ回転速度RMreqに制御するのに必要なモータ印加電圧VMを求める。

$$VM = VD + Ebase + \Delta E$$

【0071】

以上の処理により、目標バルブタイミングVTtgと実バルブタイミングVTとの偏差Dが所定値よりも大きくなったときには、モータ回転速度RMを基本モータ回転速度Rbase(=カム軸回転速度RC)に制御するための基本制御値(TAreq、 ΔTB 、TC、 ΔE)と、モータ回転速度RMを基本モータ回転速度Rbaseに対して要求回転速度差DMCreqだけ変化させるための変化制御値(TB、Ebase)とに基づいてモータ印加電圧VMを算出する。これにより、モータ26とカム軸16との回転速度差DMCを要求回転速度差DMCreqに一致させるようにモータ26の回転速度をフィードフォワード的に制御して、実バルブタイミングVTを目標バルブタイミングVTtgの方向へ応答良く変化させる。

【0072】

そして、目標バルブタイミングVTtgと実バルブタイミングVTとの偏差Dが所定値以下になったときに、モータ回転速度RMを基本モータ回転速度Rbase(=カム軸回転速度RC)に制御するのに必要なモータ印加電圧VMを算出する。これにより、モータ26とカム軸16との回転速度差DMCを0にするようにモータ26の回転速度を制御して、実バルブタイミングVTを目標バルブタイミングVTtg又はその近傍に安定保持する。このようにしても、モータ駆動方式で実バルブタイミングを目標バルブタイミングに精度良く制御することができ、バ

ルブタイミング制御精度を向上させることができる。

【0073】

《実施形態（5）》

本発明の実施形態（5）で実行する図14に示すモータ制御値算出プログラムは、前記実施形態（4）で説明した図13のステップ305とステップ306の処理を、それぞれステップ305aとステップ306aの処理に変更したものであり、これ以外のステップの処理は図13と同じである。

【0074】

前記実施形態（4）では、図13のステップ305で、モータ26とカム軸16の回転速度差DMC（モータ回転速度RMとカム軸回転速度RCとの差）に応じて可変バルブタイミング装置18内部の損失トルクTCを算出し、次のステップ306で、モータ回転速度変化量 ΔRM （モータ回転速度RM－基本モータ回転速度RMbase）に応じてモータ26の逆起電力変化量 ΔE を算出するようにしたが、本実施形態（5）では、図14のステップ305aで、モータ26とカム軸16の要求回転速度差DMCreq（要求モータ回転速度RMreqとカム軸回転速度RCとの差）に応じて可変バルブタイミング装置18内部の損失トルクTCを算出し、次のステップ306aで、要求モータ回転速度変化量 $\Delta RMreq$ （要求モータ回転速度RMreq－基本モータ回転速度RMbase）に応じてモータ26の逆起電力変化量 ΔE を算出する。

【0075】

このようにすれば、モータ制御値の算出に用いる可変バルブタイミング装置18内部の損失トルクTCとモータ26の逆起電力変化量 ΔE をフィードフォワード的に算出することができるので、モータ回転制御の応答性を向上させることができ、前記実施形態（2）と同じ効果を得ることができる。

【0076】

尚、前記実施形態（4）、（5）では、モータ制御値としてモータ印加電圧を算出するようにしたが、モータ制御値としてデューティ値を算出するようにしても良く、その際、前記実施形態（3）と同じように、モータ回転速度及びその増減状態に基づいてデューティ値を補正するようにすると良い。

【0077】

また、前記各実施形態(1)～(5)では、バルブタイミング変化速度に対して制限値(制限速度 V_s)を設けるようにしたが、モータ26とカム軸16との回転速度差やモータ回転速度に対して制限値を設けるようにしても良い。更に、それらの制限値をエンジン運転状態(例えばエンジン回転速度、冷却水温、吸入空気量、負荷等)に応じて変化させるようにしても良い。

【0078】

また、バルブタイミングやバルブタイミング変化速度の目標値に対する収束状態に基づいて、モータ制御値又はモータ制御値の算出に用いる制御パラメータ(要求トルク T_{Areq} 、カム軸16側の損失トルク T_B 、可変バルブタイミング装置18内部の損失トルク T_C 、モータ26の逆起電力 E 、有効電圧補正係数 K 等)を修正し、その修正結果を学習するようにしても良い。また、その修正結果に基づいて各制御パラメータの算出に用いるマップや数式を修正するようにしても良い。

【0079】

また、本発明は、吸気バルブの可変バルブタイミング制御装置に限定されず、排気バルブの可変バルブタイミング制御装置に適用しても良い。更に、可変バルブタイミング装置18の位相可変機構は、本実施形態のような遊星歯車機構を用いたものに限定されず、他の方式の位相可変機構を用いても良く、要は、モータの回転速度をカム軸の回転速度に対して変化させることでバルブタイミングを可変するモータ駆動式の可変バルブタイミング装置であれば良い。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施形態(1)における制御システム全体の概略構成図

【図2】

可変バルブタイミング装置の概略構成図

【図3】

実施形態(1)の可変バルブタイミング制御プログラムの処理の流れを示すフローチャート

【図 4】

実施形態 (1) のモータ制御値算出プログラムの処理の流れを示すフローチャート

【図 5】

要求トルク T_{Areq} のマップを概念的に示す図

【図 6】

カム軸側の損失トルク T_B のマップを概念的に示す図

【図 7】

可変バルブタイミング装置内部の損失トルク T_C のマップを概念的に示す図

【図 8】

モータの逆起電力 E のマップを概念的に示す図

【図 9】

実施形態 (2) のモータ制御値算出プログラムの処理の流れの一部を示すフローチャート

【図 10】

実施形態 (3) のモータ制御値算出プログラムの処理の流れの一部を示すフローチャート

【図 11】

(a) はモータ増速時の有効電圧補正係数 K のマップを概念的に示す図、(b) はモータ減速時の有効電圧補正係数 K のマップを概念的に示す図

【図 12】

モータ回転速度及びその増減状態と有効電圧との関係を示す図

【図 13】

実施形態 (4) のモータ制御値算出プログラムの処理の流れを示すフローチャート

【図 14】

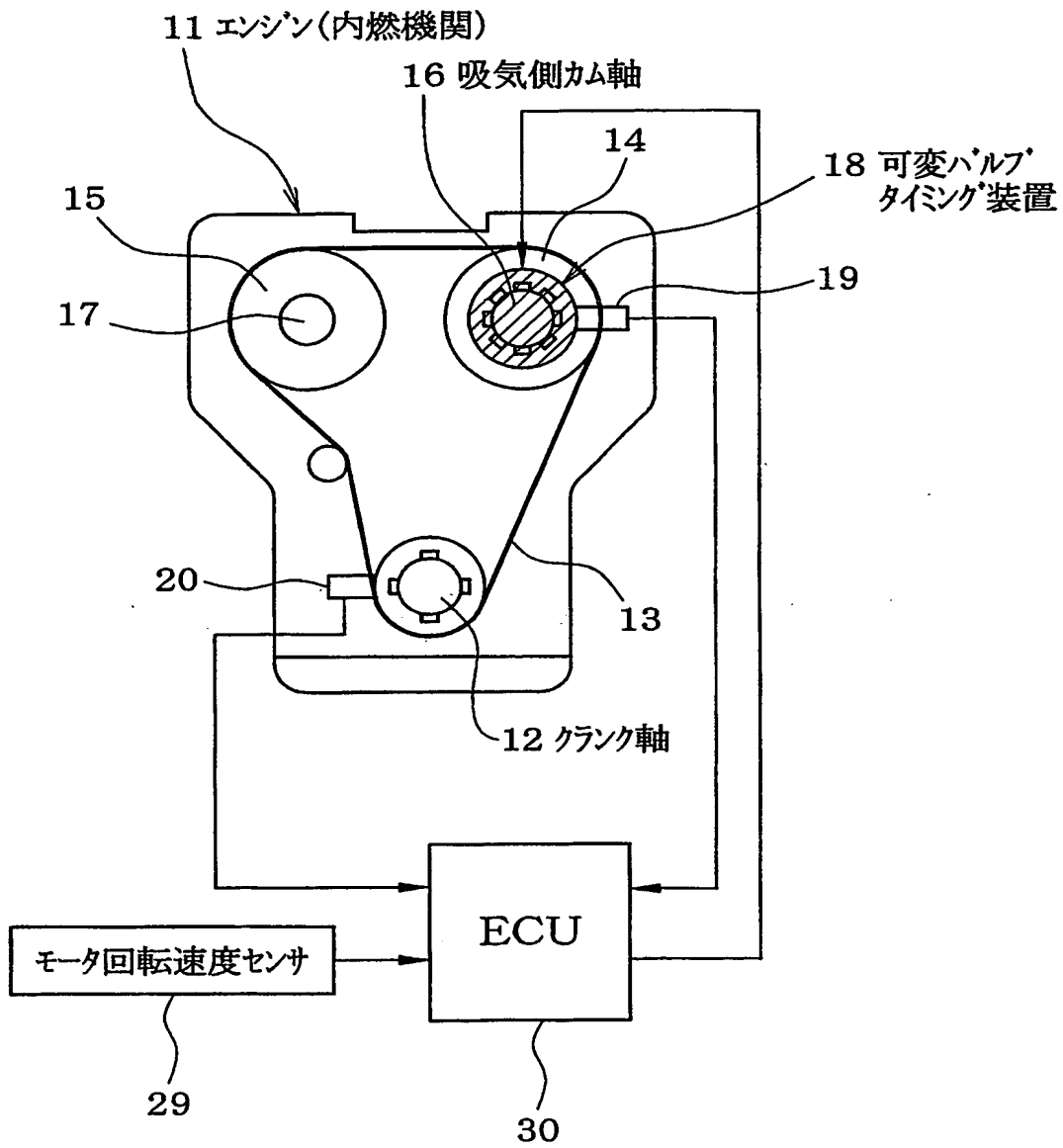
実施形態 (5) のモータ制御値算出プログラムの処理の流れの一部を示すフローチャート

【符号の説明】

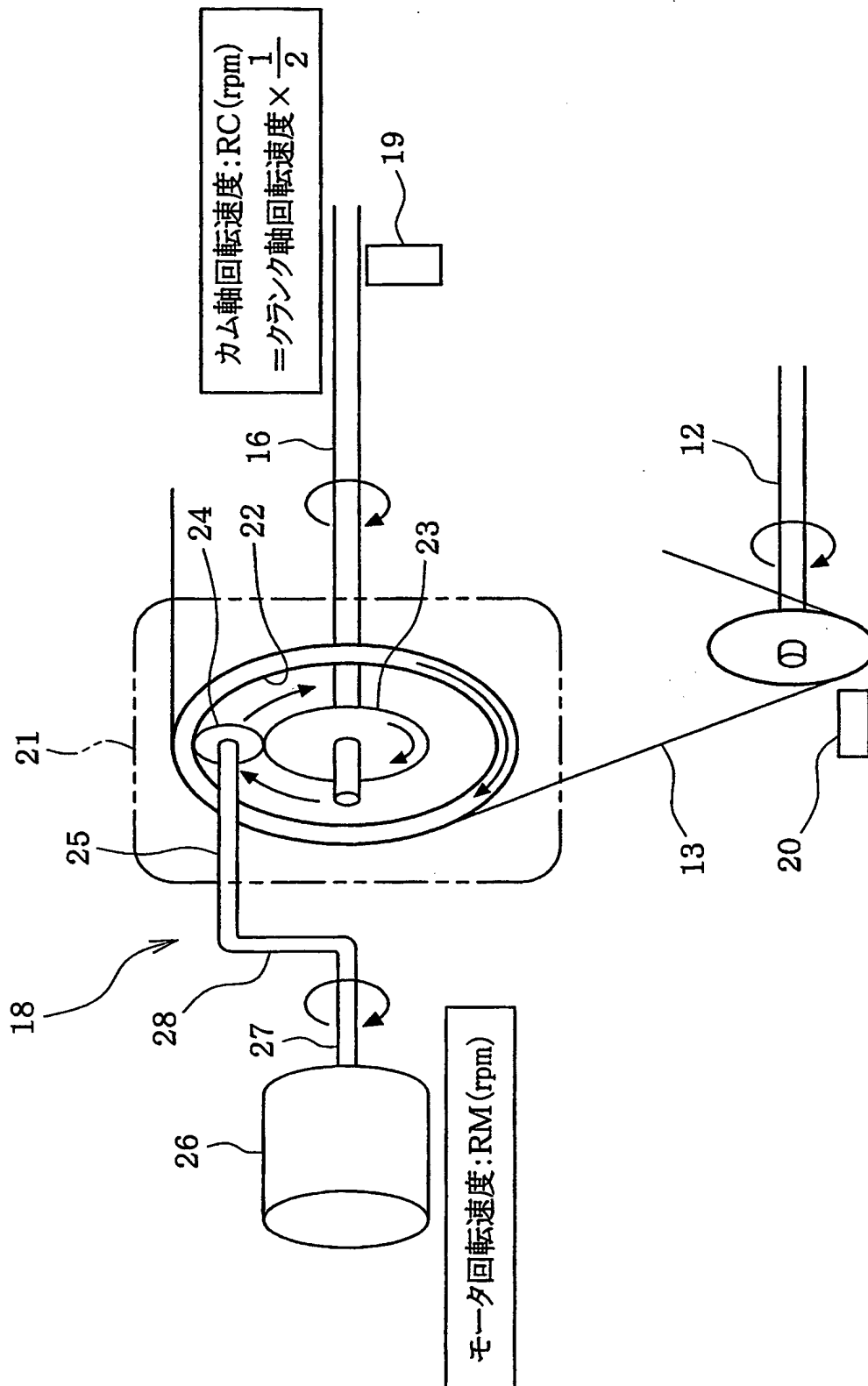
11…エンジン（内燃機関）、12…クランク軸、16…吸気側カム軸、17…排気カム軸、18…可変バルブタイミング装置、19…カム角センサ、20…クランク角センサ、21…位相可変機構、22…アウトギヤ（第1の回転部材）、23…インナギヤ（第2の回転部材）、24…遊星ギヤ（位相可変部材）、26…モータ、29…モータ回転速度センサ、30…ECU（要求バルブタイミング変化速度算出手段、要求回転速度差算出手段、モータ制御値算出手段）。

【書類名】 図面

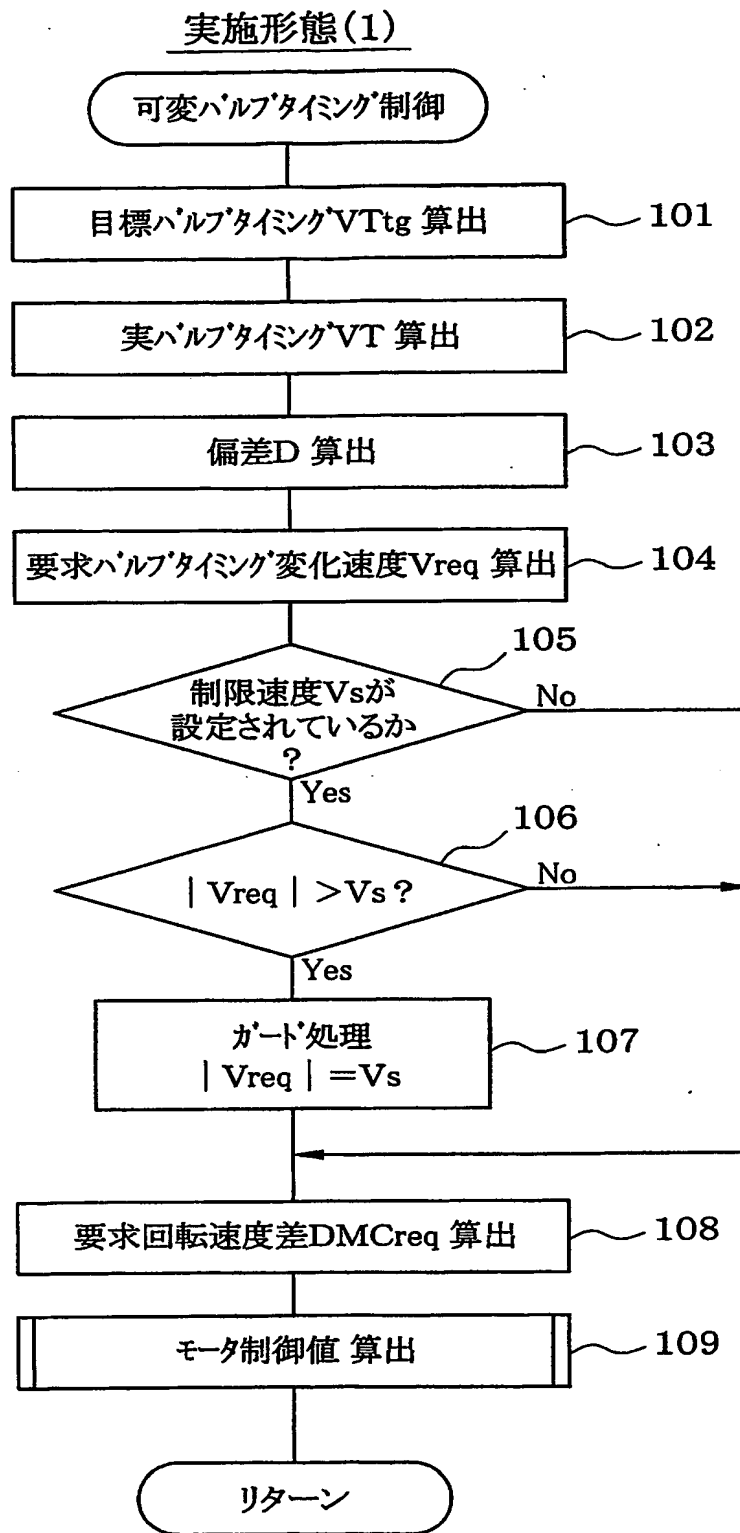
【図 1】



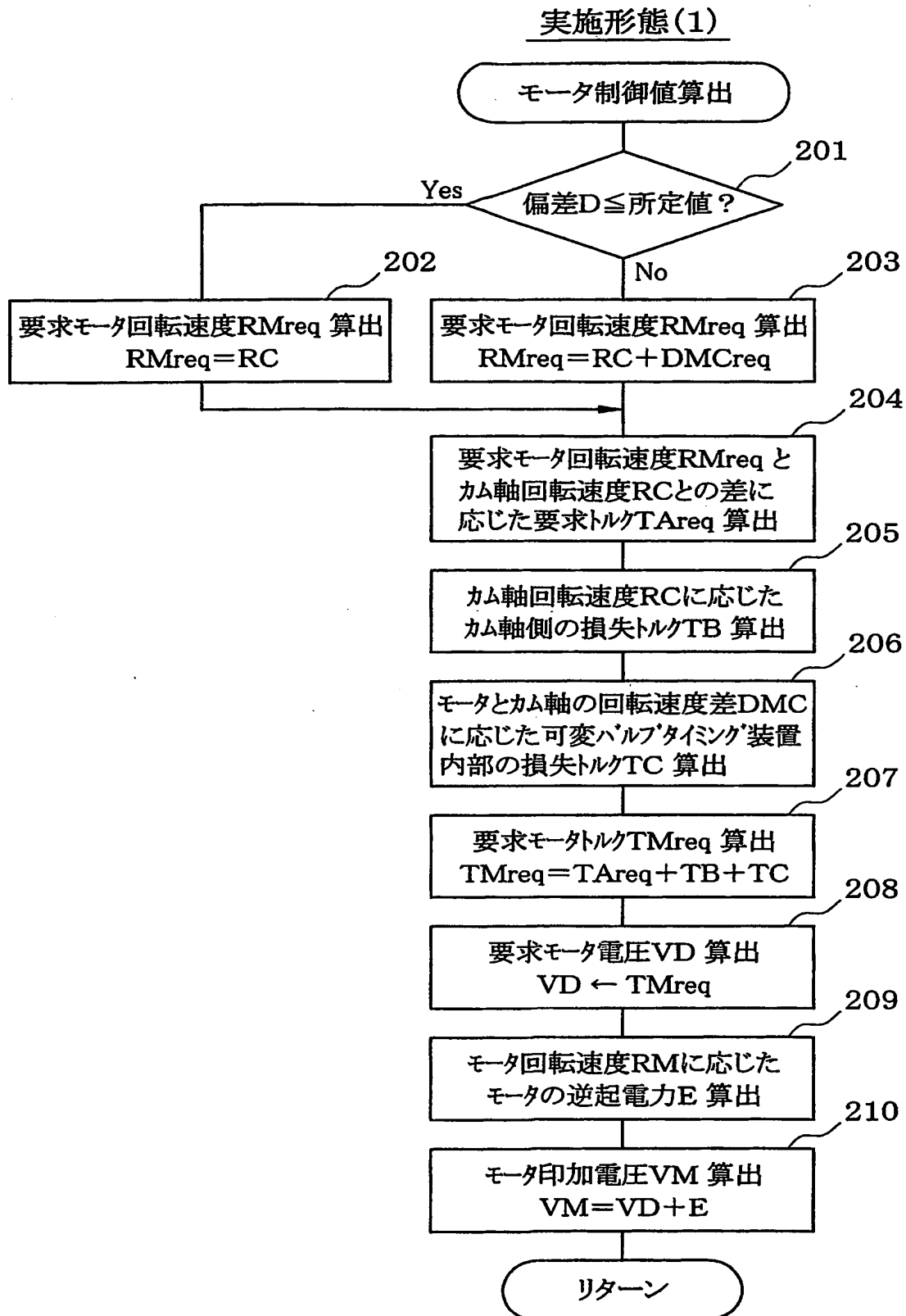
【図 2】



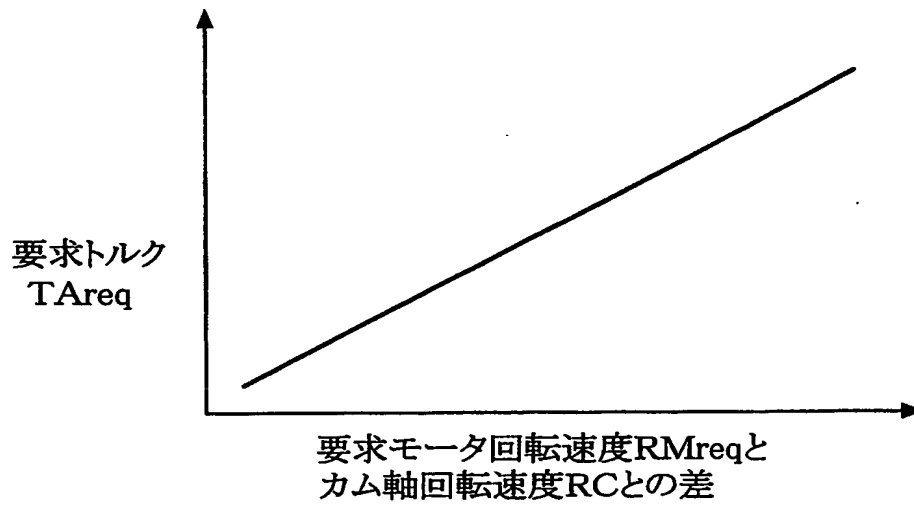
【図 3】



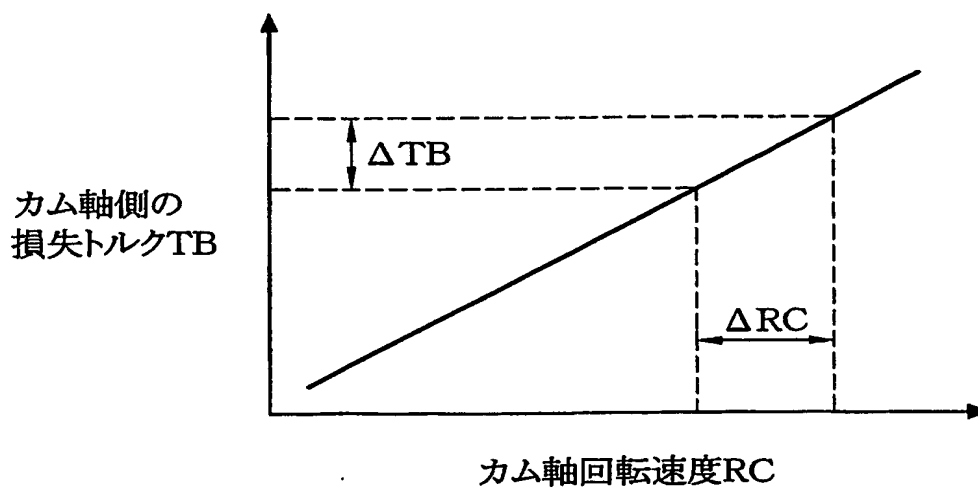
【図 4】



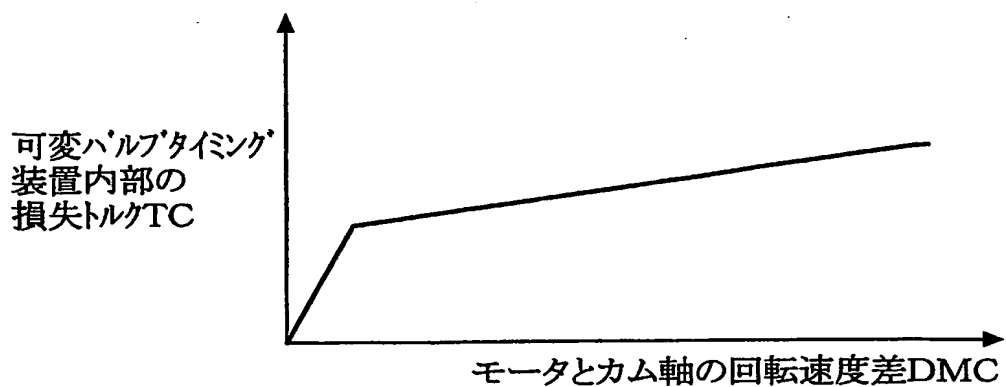
【図 5】



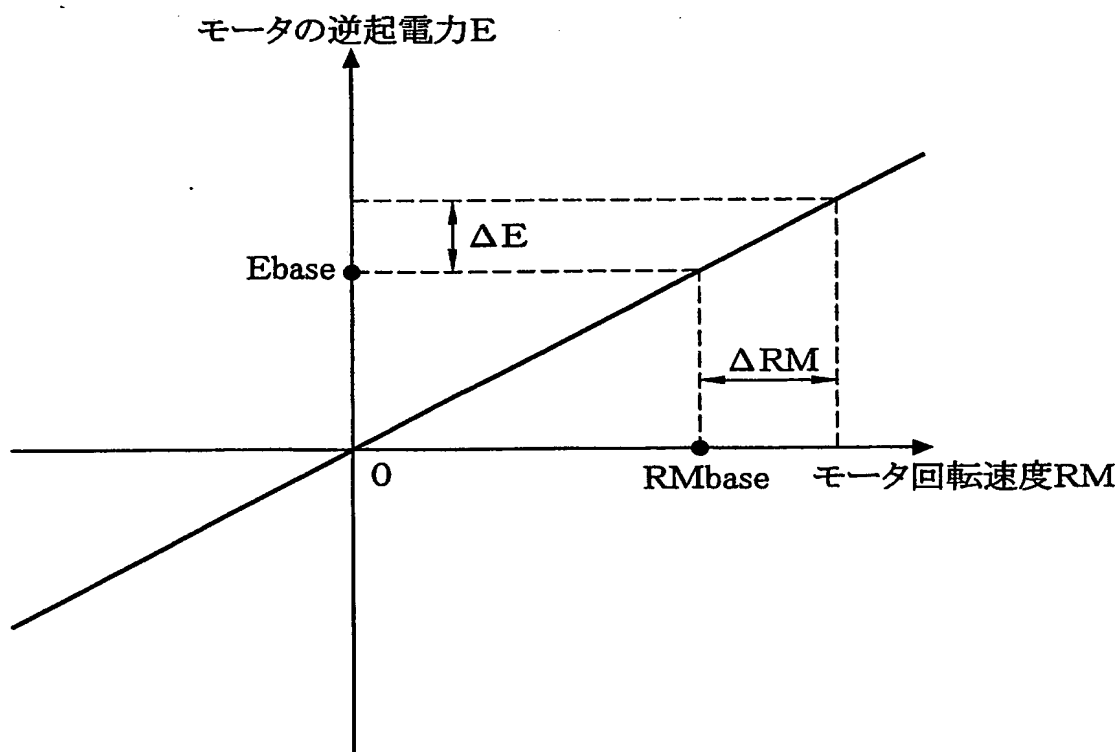
【図 6】



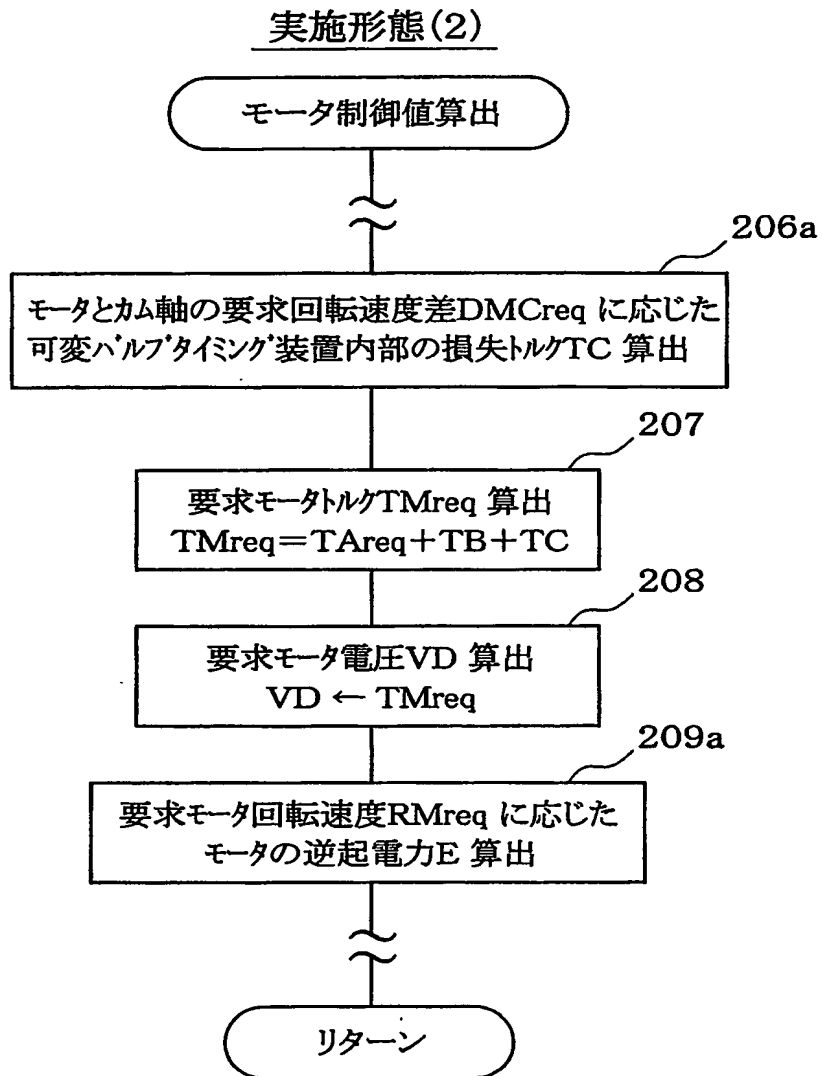
【図 7】



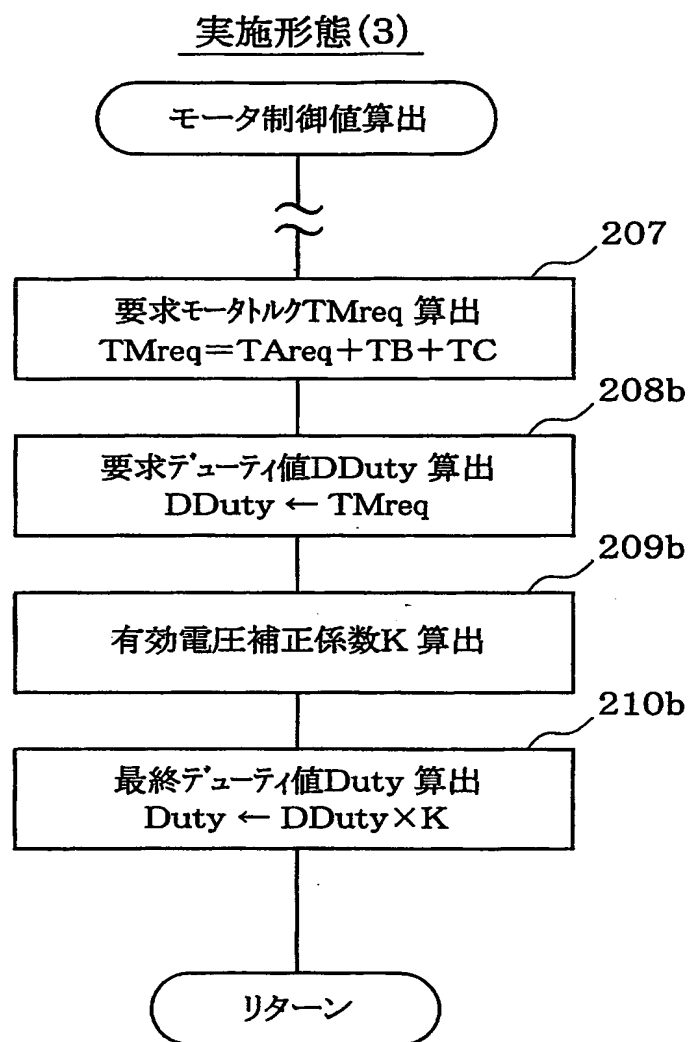
【図 8】



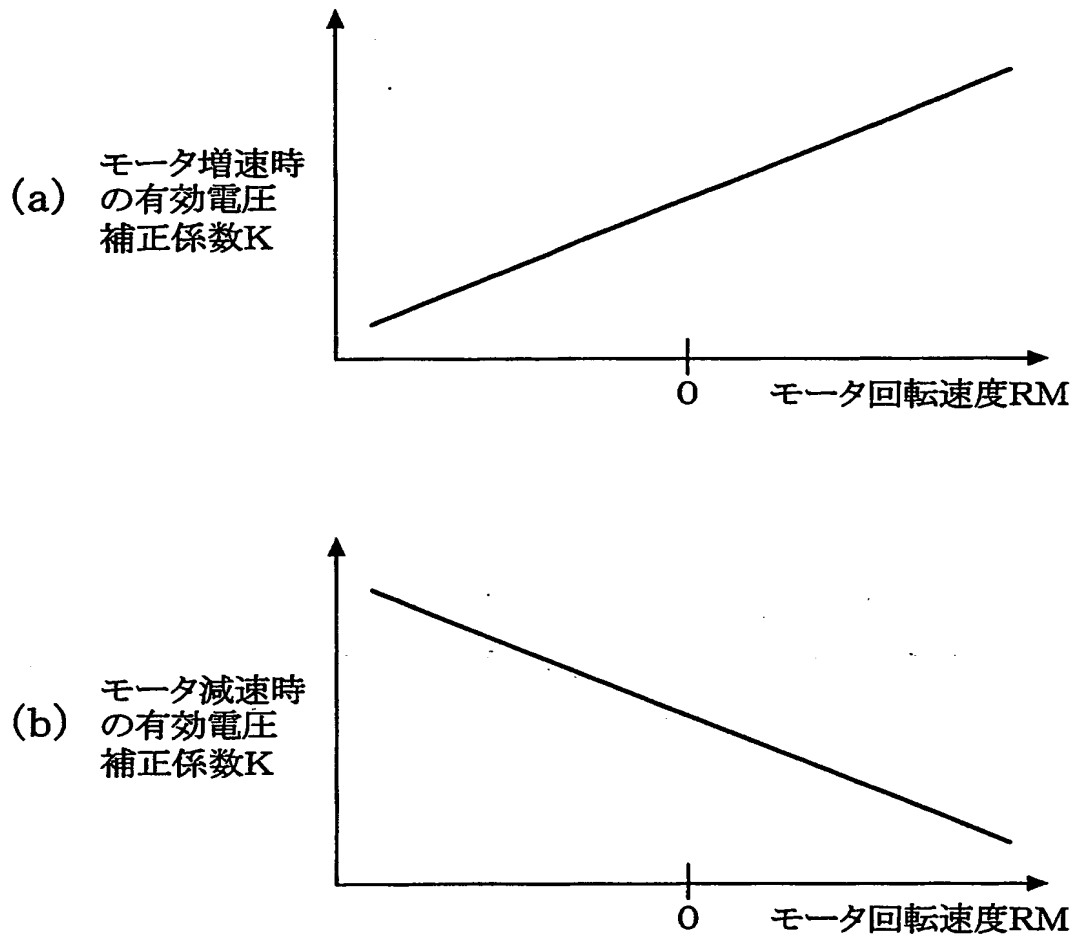
【図 9】



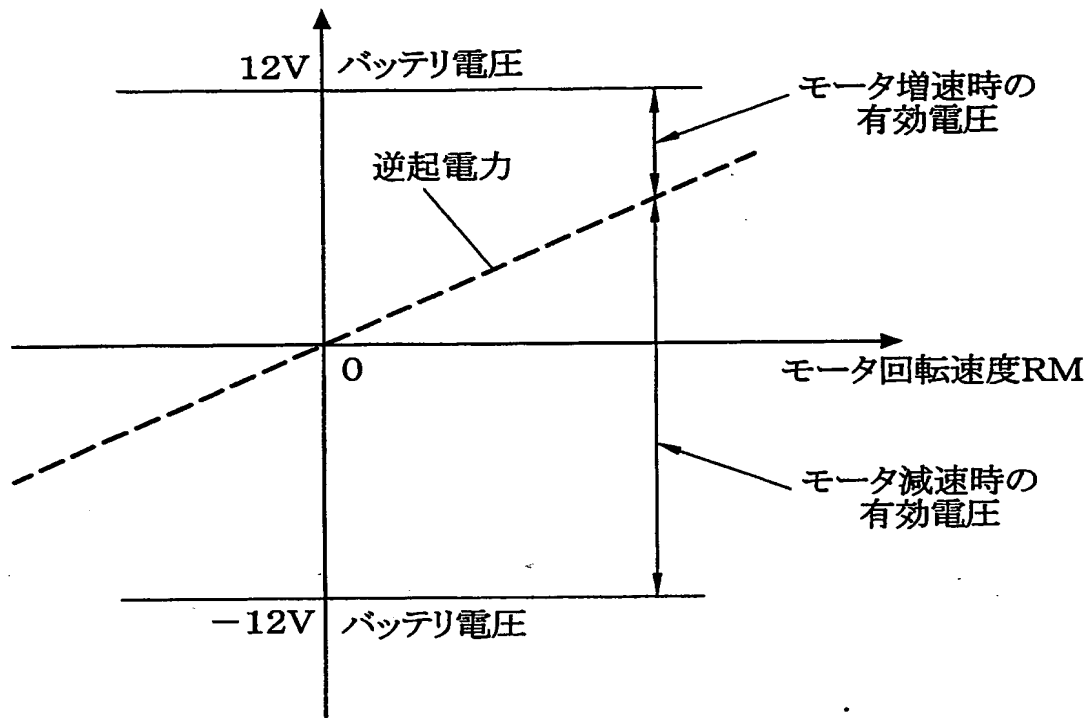
【図10】



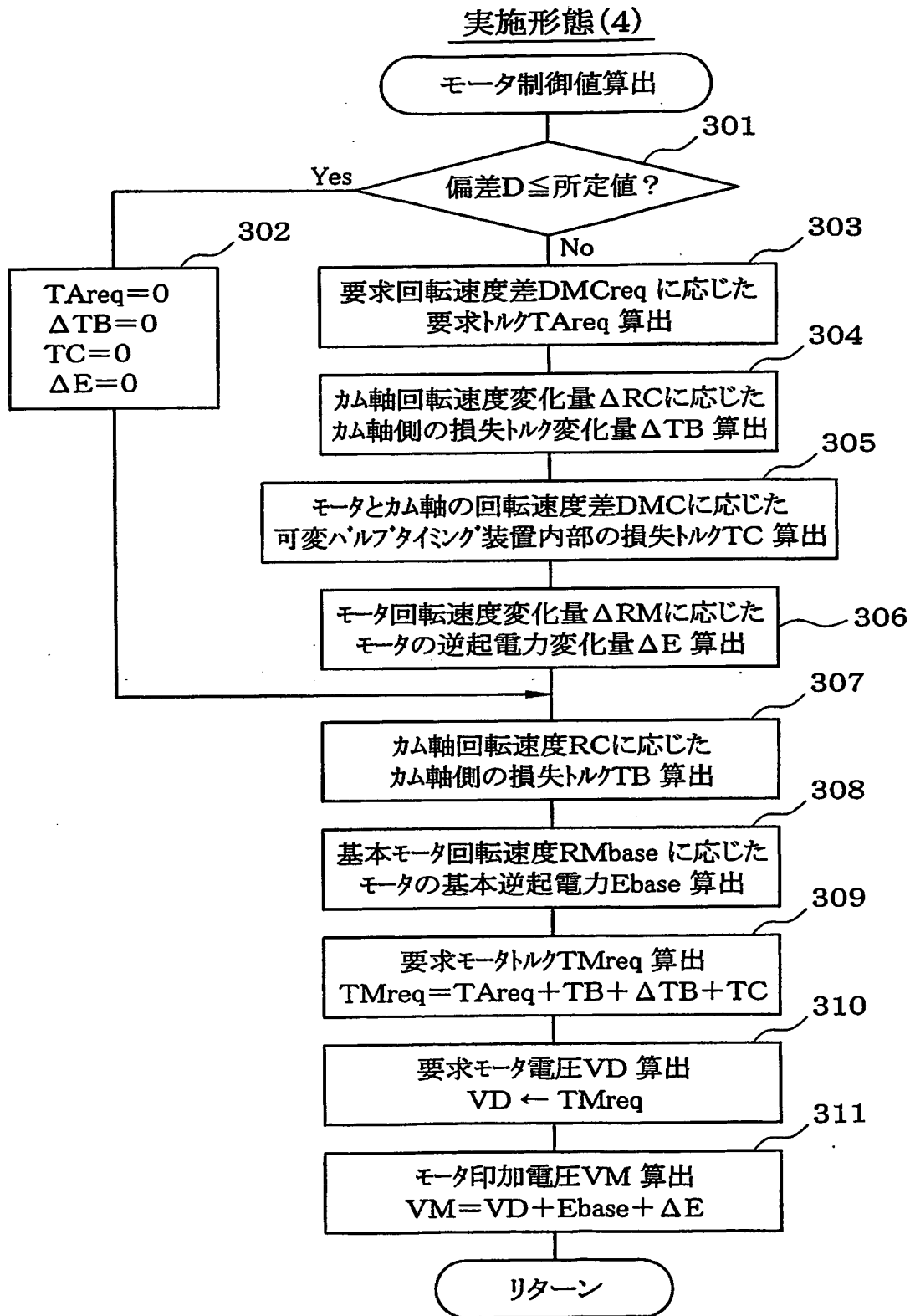
【図 11】



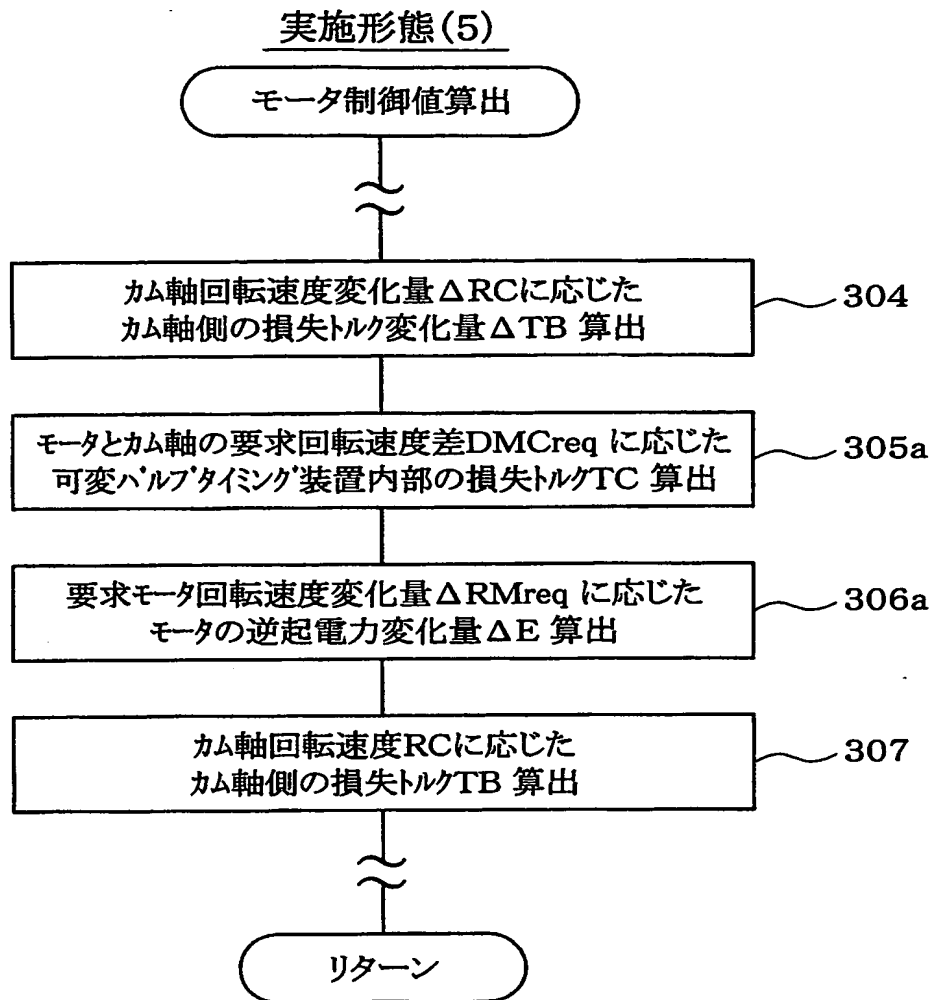
【図 12】



【図 13】



【図 14】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 モータ駆動式の可変バルブタイミング装置を精度良く制御する。

【解決手段】 目標バルブタイミングと実バルブタイミングとの偏差を小さくするように要求バルブタイミング変化速度を算出し、この要求バルブタイミング変化速度に基づいてモータ 26 とカム軸 16 との要求回転速度差を算出する。目標バルブタイミングと実バルブタイミングとの偏差が所定値よりも大きい時には、カム軸回転速度 R_C に要求回転速度差を加算した値を要求モータ回転速度として設定して、モータ回転速度 R_M を要求モータ回転速度（＝カム軸回転速度 R_C ＋要求回転速度差）に制御するようにモータ制御値を算出する。その後、目標バルブタイミングと実バルブタイミングとの偏差が所定値以下になった時に、カム軸回転速度 R_C を要求モータ回転速度として設定して、モータ回転速度 R_M をカム軸回転速度 R_C に制御するようにモータ制御値を算出する。

【選択図】 図 2

特願 2002-344892

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000004260]

1. 変更年月日

1996年10月 8日

[変更理由]

名称変更

住 所

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

氏 名

株式会社デンソー